

A. BLOT

M. CARN

J. M. WACKERMANN

OBSERVATIONS SUR DEUX  
SONDAGES DU GISEMENT  
DE GABOU (SÉNÉGAL ORIENTAL)

SONDAGES P.N.U.D.  
1968

NOVEMBRE 1970

FFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

NTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR-HANN



Laboratoire de Géologie  
Centre O.R.S.T.O.M.  
de  
D A K A R

Observations sur deux sondages du  
gisement de GABOU  
( S E N E G A L O R I E N T A L )

---

Sondages	5/1968
P N U D	10/1968

Alain BLOT       -       Michel CARN       -       J.M. WACKERMANN.

## S O M M A I R E

	Page
PRESENTATION DES SONDAGES	3
TRAVAUX EFFECTUES	4
OBSERVATION	5
PARAMETRES PETROCHIMIQUES	6
PARAMETRES GEOCHIMIQUES	7
LES ELEMENTS TRACES	9
ANALYSES GRANULOMETRIQUES	10
LES MINERAUX DES ARGILES	10
MESURES DE DENSITE	12
CONCLUSIONS	13
COMPARAISON DES ASSOCIATIONS CHIMIQUES DE GABOU, ALINNGUEL ET BANDAFASSI	14
ESSAIS SPECTROGRAPHIQUES SUR LES ECHANTILLONS MINERALISES	15
REMARQUES SUR CES RESULTATS	16
ANNEXES - LEGENDES	17

- 8 TABLEAUX NUMEROTES DE I à VIII

- 6 FIGURES NUMEROTEES DE 1 à 6

Monsieur J. F. AGASSIZ, Directeur du Projet O.N.U. de recherches minières au Sénégal Oriental nous a confié les matériaux de deux sondages effectués sur le site de Gabou au cours de la campagne de sondages de 1968 aux fins d'étude des altérations météoriques.

Nous donnons ici les résultats acquis à ce jour.

### LE SITE DE GABOU

Les recherches minières dans la région de Gabou ont été effectuées sur des terrains reconnus comme complexe vulcano-sédimentaire basique par J.P. BASSOT, sous le nom de série de Bakel.

La Série est datée, par ressemblance lithologique, postérieure ou Birrimien et antérieure au gothlandien moyen. Les datations absolues effectuées sur la Série de Bakel ont donné respectivement 355 M années et 205 M années d'après BASSOT et al.

Les recherches effectuées dans la région de Gabou ont permis la découverte du premier gisement économiquement significatif de cuivre dans le Sénégal Oriental - M. PETKOVIC -

Les premiers travaux effectués sur ce secteur avaient pour but de valoriser des indices de chromite - Grâce à l'adjonction de la prospection géochimique sur le même secteur, une vingtaine d'anomalies géochimiques en cuivre ont été mises en évidence en trois ans (1967 - 1969).

Des sondages de recherche de densité plus significative ont été effectués sur les anomalies paraissant les plus intéressantes (après géochimie détaillée et géophysique au sol).

### LES SONDAGES

Nous avons utilisé 2 sondages de la campagne 1968 :

5/1968 profondeur 90 m - Sondage ayant touché une minéralisation riche en cuivre sous un faible angle -

10/1968 profondeur 72 m - Anomalie de surface - Sondage stérile dans son ensemble.

Les sondages sont obliques à 60° dirigés vers le SE à peu près normalement aux couches lithologiques.

La nature lithologique est qualifiée de spilitique aux caractéristiques anciennes suivantes : pauvreté en potassium, richesse en sodium et calcium. D'après M. PETKOVIC.

## TRAVAUX EFFECTUES

---

- 1/ Lames minces systématiques sur les 2 sondages environ 1 par mètre de sondage (180 lames environ)
- 2/ Analyses des éléments majeurs  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}^-$   
sur 34 échantillons du sondage 5  
sur 24 échantillons du sondage 10
- 3/ Analyses d'éléments tracés sur les mêmes échantillons  
B, Mn, Pb, Ga, Cr, V, Cu, Ti, Zr, Sr, Ba, Li  
Ge, Bi, Be, Mo, Sn
- 4/ Analyses granulométriques sur les horizons superficiels des sondages :  
n° 10 24 analyses de 0 à 23 mètres  
n° 5 18 analyses de 0 à 50 mètres  
Séparation en 5 fractions aux limites suivantes  
0-2  $\mu$ , 2-20  $\mu$ , 20-40  $\mu$ , 40-200  $\mu$ , 200  $\mu$
- 5/ Détermination aux rayons X des minéraux argileux les plus fins (0-2 microns) sur le sondage 10
- 6/ Mesures de densité apparente de quelques échantillons des sondages.

## O B S E R V A T I O N

S'il est possible à l'oeil nu de préciser la profondeur des exsudations ferrugineuses, le microscope ne permet guère de préciser d'avantage.

Cette ferrugination descend jusqu'à 61 mètres pour G-5 et 29 mètres pour G-10 - Dans les niveaux superficiels elle se présente sous forme de gravier, d'oolithes, de débris de quartzite orientée à ferrugination d'ensemble. Dans les niveaux plus profonds il s'agit d'exsudats discrets.

Nous retrouvons les minéraux déjà cités : quartz, épidote, chlorite, amphibole (série Actonote-trémolite), séricite, calcite, albite et sphène.

Le grain est variable pour tous ces minéraux et l'orientation est la règle.

Une lame mérite une mention particulière LAME GABOU 10/1968 profondeur 68 m

La moitié de la lame est à gros grains bien cristallisés de quartz, calcite, chlorite, albite et un peu d'andésine (35 % An) -

Cette observation qui a pu nous faire penser à une manifestation granitique a été retenue comme telle par J.P. BASSOT et contestée par J.C. CHIRON après examen rapide de cette lame.

## SUR LES PARAMETRES PETROCHIMIQUES

---

Les paramètres de Niggli ont été calculés sur tous les échantillons des sondages analysés.

Les triangles QLM ont été établis aussi pour chacun des sondages. A première vue on peut constater que la diversité sur un seul sondage est supérieure à celle de l'ensemble des roches du Sénégal Oriental.

### Sondage 5/1968

Il se présente comme un profil d'altération typique particulièrement net pour les paramètres C et alk.

Il n'est pas certain que le sondage touche la roche saine, la densité des analyses n'est pas suffisante pour l'affirmer.

Ce qui est sûr, c'est que la phase d'altération est fondamentale jusqu'à 60 mètres environ pour le paramètre C et jusqu'à 80 mètres pour le paramètre alk. Si le sondage touche la roche saine on peut estimer qu'elle est représentée dans les 10 derniers mètres du sondage.

Sur le triangle QLM on peut affirmer qu'il y a altération franche jusqu'à 60 mètres. La curieuse distribution des points les plus profonds donnant une série linéaire est à noter. Les niveaux les plus profonds sont bien carbonatés. Les calcites cohabitent dans le même site que du quartz, des chlorites...

### Sondage 10/1968

La dispersion des points dans le triangle QLM ne permet pas de conclusion nette sur la profondeur de l'altération.

Tout au plus, pouvons nous dire que l'altération est aussi intense sur 6 à 8 mètres que sur 65 mètres du sondage 5.

Nous relevons une silification superficielle et son appauvrissement en silice de haut en bas .



## PARAMETRES GEOCHIMIQUES

L'utilisation des paramètres de Niggli et des constructions liées (triangle QLM) est chose peu courante dans les études des phénomènes d'altération météorique. Pour nous il s'agissait seulement de montrer que l'altération météorique a une incidence fondamentale sur l'utilisation de ces modes de représentation. La difficulté de prélever une roche saine, à l'affleurement, dans nos régions ne peut que tempérer l'ardeur de l'utilisation de tels indices.

Sous les climats tropicaux, le paramètre d'HARRASSOWITZ appliqué à la définition des formations superficielles a été calculé pour chaque échantillon des sondages.

Nous nous plaçons dans le cas où  $Ki = \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$  est utilisé sous une forme globale (PEDRO 1964). Là il nous faut comparer ce rapport des différents niveaux au même rapport dans les horizons les plus profonds susceptibles d'être les plus sains.

1/ sondage G - 5

Le comportement relatif de la silice et de l'aluminium est assez capricieux. Tout au plus peut-on considérer qu'il y a une tendance à l'accumulation de ces éléments dans les parties hautes par rapport à la base du sondage, mais cette évolution est due en grande partie au gradient des teneurs en alcalins (surtout Na) et alcalino-terreux (Mg et Ca).

2/ sondage G-10

L'évolution supposée dans G - 5 est nette ici : l'accumulation d'alumine en haut, discrète, est marquée dans le rapport Ki par une augmentation massive de la teneur en silice. En même temps d'ailleurs cette évolution est assez bien corrélée aux teneurs en fer.

.../...

En conclusion l'altération météorique se marque par une accumulation superficielle, au moins relative en fer - silice - et dans une moindre mesure en alumine. Ce résultat est relatif car nous pensons qu'il y a un lessivage intense de haut en bas des alcalins (surtout Na) et des alcalino terreux.

Néanmoins l'évolution de la silice dans le sondage est à retenir comme phénomène atypique de nos régions. Les causes retenues sont hypothétiques, elles font appel à la généralisation des sulfures du secteur créant des conditions physico-chimiques favorables à cette accumulation relative.

## LES ELEMENTS TRACES

---

### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### 1/ sondage G 10

Le Mn, Cr, V et Ba sont bien représentés sur tout le sondage, le Cu dans une moindre mesure.

Les éléments B, Pb, Ga, Sr, Li se marquent par quelques points <sup>anomaliques</sup> analytiques.

#### 2/ sondage G 5

Le Mn, V et Cu présentent une généralisation du caractère <sup>anomalique</sup> analytique.  
B, Pb, Ga, Cr et Li marquent de 1 à quelques points <sup>anomaliques</sup> analytiques.

### REPARTITION DES ELEMENTS DANS LES SONDAGES

#### 1/ sondage G 10

Le fond en cuivre est de l'ordre de 100 ppm ; sa concentration de surface est à peu près liée aux concentrations en fer et silice. Deux cas peuvent être envisagés: l'allochtonie du matériel (origine détritique) ou l'autochtonie (origine résiduelle) et les accumulations corrélatives en fer, silice et cuivre peuvent alors grossièrement être considérées comme un phénomène de "chapeau de fer". Le décalage de l'anomalie en vanadium est à noter. Les fortes teneurs en baryum peuvent être considérées comme un effet de gangue au gisement.

Les points anomaliques en B et Pb notamment ne sont pas expliqués.

Le titane, très abondant, est à rattacher directement au sphène omniprésent

#### 2/ Sondage G 5

Cuivre : lessivage superficiel du corps minéralisé que l'on suit jusqu'à 66 mètres.

Entre 66 et 70 mètres se situe l'accident majeur retenu sous forme de faille dans la géométrie du gisement.

Sous cet accident la teneur en cuivre est normale.

vanadium : il y a là encore un décalage de l'anomalie par rapport au cuivre mais cette fois-ci vers le haut.

lithium : les points anomaliques en lithium se situent en dessous de 66 mètres. Nous voyons en cet élément, ou un accompagnateur du cuivre (gangue), ou le témoignage de la présence d'un 2<sup>ème</sup> terrain de caractère plus acide. Il est accompagné par Ga et Ni dans une moindre mesure.

## ANALYSES GRANULOMETRIQUES

Les analyses granulométriques pratiquées en phase aqueuse avec une dispersion à l'ammoniaque ont montré que la division des minéraux primaires et la formation des minéraux argileux sont plus poussés dans le sondage G 5 que dans G 10.

Les teneurs en éléments de 0 à 2 microns sont supérieures à 5 % sur 7 mètres dans G 10 et sur 20 mètres dans G 5.

Notons bien que les échantillons prélevés par sondage n'offrent pas les qualités voulues : en effet la récupération est très mauvaise pour les échantillons les plus évolués donc ayant une granulométrie fine.

D'autre part, l'hétérogénéité de détail (réurrences) grève nettement la qualité de l'échantillonnage. Ce problème étant d'ailleurs commun à toutes les opérations analytiques sur les sondages.

---

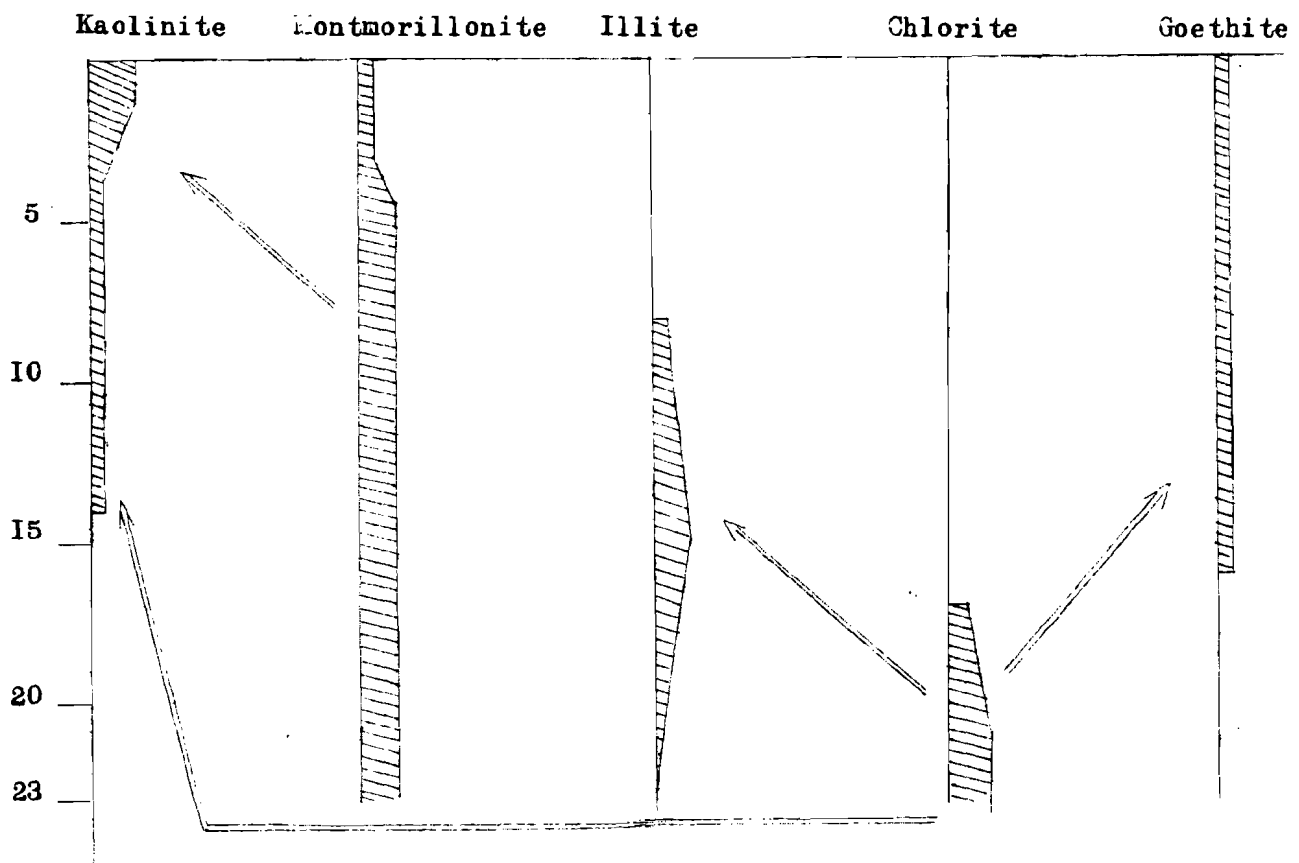
## LES MINÉRAUX DES ARGILES

Analyses granulométriques au laboratoire de Géologie ORSTOM - Dakar  
Analyses diffractométriques au laboratoire de spectrographie de l'ORSTOM à Bondy sur le sondage 10/1968.

Seuls les minéraux facilement séparables ont été extraits ce qui ne donne aucune indication sur la granulométrie de la formation.

La partie superficielle du sondage de 0 à 23 mètres a seule retenu notre attention.

.../...



Les séricites n'ont pas été mises en évidence mais l'analyse ne portait que sur l'inférieur à 2 microns.

Les filiations indiquées sur le schéma des domaines de présence de minéraux argileux sont hypothétiques, car le bilan quantitatif donne une plus grande richesse en éléments fins dans les horizons superficiels. L'apparition de nouveaux minéraux de bas en haut, et la possibilité de récurrences plus ou moins oblitérées par les phénomènes d'altération, rendent aléatoires les essais de définition de filiation des minéraux argileux.

## MESURES DE DENSITES

---

Quelques échantillons pris sur les 2 sondages ont leur densité apparente définie au picnomètre à mercure. La motivation était d'essayer de pratiquer un raisonnement isovolumétrique (G. MILLOT 1955). Mais l'observation microscopique des échantillons nous a conduit à éliminer cette méthode d'étude des phénomènes d'altération météorique : en effet la présence de nombreux filonnets, l'origine secondaire probable d'un certain nombre de minéraux (quartz, calcite...) est incompatible avec les raisonnements sur les évolutions à volume constant. Ceci est d'ailleurs une critique valable pour l'ensemble de nos observations :

L'isovolume systématiquement appliqué à l'étude des milieux naturels ne peut rendre compte à la fois des apports, appréciés optiquement et par analyse chimique, et des départs.

### Sur les sondages

Sur G 5 la mesure des densité permet de définir les 2 terrains déjà observés, le 1er terrain étant soumis à une intense activité de lessivage. Le 2ème terrain a été étudié sur trop peu d'échantillons pour que puisse être précisée la possibilité de l'action météorique. Néanmoins ce 2ème terrain apparaît comme peu dense par rapport à l'ensemble du sondage G 10.

Les caractéristiques des terrains sont estimées aux valeurs suivantes :

- 1er terrain G 5 (dans un domaine de lessivage actif)  
densité app.  $< 2$  en surface... 3,0
  - 2ème terrain G 5  
densité app. 2,70
  - G 10  
densité app. 2,85
-

## C O N C L U S I O N S

---

Tout d'abord le caractère géochimique de l'association rencontrée à Gabou semble assez voisin de celle que nous avons définie à Alinnguel. Cuivre, vanadium et baryum se retrouvent, les deux derniers étant considérés comme accompagnateurs ou gangue du cuivre.

La possibilité d'étude des altérations sur sondages nous a montré la difficulté inhérente à ce mode de prélèvement où l'hétérogénéité de détail peut aller jusqu'à masquer le caractère d'ensemble. Cette difficulté est en partie tournée par la multiplication du nombre des analyses tout au long du sondage.

Sur G 10 - l'explication de l'anomalie "perchée" en cuivre laisse le choix entre l'allochtonie (distribution mécanique) et l'autochtonie (lié au fer et à la silice).

Sur G 5 - l'anomalie modérée de surface peut s'expliquer par un lessivage intense des horizons superficiels en cuivre en même temps qu'en alcalins et alcalino terreux. Il y a tout lieu de croire que toute la partie superficielle du gisement a été lessivée, mais il est difficile de dire s'il y a eu déplacement per descensum ou élimination latérale.

Le 2ème point important relevé sur ce sondage est la présence d'un 2ème terrain à caractère plus acide au dessous de 70 mètres.

COMPARAISON DES ASSOCIATIONS GEOCHIMIQUES  
DE GABOU, ALINNGUEL ET BANDAFASSI

-----

Pour mémoire nous rappellerons qu'en 1968 et 1969 nous avons découvert deux indices de cuivre à BANDAFASSI et ALINNGUEL.

BANDAFASSI - Compte-rendu de mission 15 février - 20 avril 1968

A. BLOT et J.M. WACKERMANN

ALINNGUEL - Note sur l'indice de cuivre d'ALINNGUEL - juillet  
1970 - A. BLOT

1°) Description de ces deux indices

BANDAFASSI :

Sulfures de cuivre et fer en filonnets ou disséminés dans un cipolin situé topographiquement sous une dolérite primaire et au contact d'un petit massif de granodiorite. Le cipolin est gris ou blanc, bréchique ou rubané. Il est quelquefois silicifié, notamment dans des directions diaclasiques et alors bien minéralisé.

Les minéraux: chalcoppyrite, pyrite, covellite, bornite et quelques exsudats de malachite et azurite.

Le site est à 4 terrains : granodiorite schistes, dolérite, cipolin minéralisé. TAGINI avait également signalé une rhyolite.

ALINNGUEL :

Filons ou remplissages de fractures dans une granodiorite à amphibole, biotite et pyroxène.

Les minéraux reconnus sont malachite et chrysocolle.

Le site de l'indice est à 3 terrains : sédimentaire avec conglomérat de base (tillite ?), granite alcalin, granodiorite à minéralisation, à brèche au contact de sédimentaire. Des rhyolites, pegmatites et calcaires jaspés ont été vus à proximité.

2°) Essais spectrographiques sur les échantillons minéralisés

- résultats sur le tableau groupés par moyenne de chaque site.



Essais spectrographiques sur les échantillons minéralisés  
(Laboratoire de Spectrographie - S.S.C. - BONDY)

	Ag	B	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Ga	Ge	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Sr	Ti	V	Zn	Zr
ABOU	<3	75	<30	nd	nd	nd	250	2500	10	nd	70	2000 à 2500	nd	30	<10	nd	25	3000	400 à 450	1500	<100
ALIN- GUEL	300	>3000	nd	nd	<10	300	>3000	nd	nd	15	300	nd	<3	1000	<3	3000	1000	1000	100	nd	
BANDA- ESSI	10 à 15	1800	10	10	nd	60	>3000	<10	<10	400 à 450	400	<10	<10	<10	<10	>3000	1500	180	<100	<100	

GABOU : moyenne de 7 échantillons sur le sondage 5/1960

ALINNGUEL : moyenne de 2 échantillons

BANDAFASSI : moyenne de 5 échantillons

### Remarques sur ces résultats :

Les échantillonnages ne sont pas comparables, ceux de GABOU étant effectués sur sondage et les autres au marteau, sur les affleurements.

La meilleure connaissance de l'environnement à ALINNGUEL et surtout à GABOU tient au fait qu'il ne s'agit pas d'analyses isolées, et certains éléments qui n'apparaissent pas sur les moyennes présentées ici peuvent prendre une importance notable (le Baryum et l'Argent à GABOU, par exemple).

En chimie, et à titre indicatif, GABOU 5/1968 a donné un point à 4,2 % Cu, ALINNGUEL sur 4 échantillons 23 % Cu, BANDAFASSI 0,6 - 1 %.

#### 3°) Les associations géochimiques

Pour M. PETKOVIC, l'association du gisement de GABOU est fondamentale autour des éléments Cu, Ag, Se et S, les éléments Pb, Zn, Mo, As, Sb et Hg étant considérés comme secondaires. Ni et Co sont rattachés à l'association pétrogénétique.

D'après les analyses effectuées depuis, il conviendrait d'ajouter V et Ba comme accompagnateurs du cuivre.

Sur ALINNGUEL nos investigations sont plus élémentaires et nous ont amené à retenir l'association

Cu, Ag, ■ Pb, Ba, Sr, V

le baryum pouvant être pris comme gangue. La pétrogenèse semble avoir opéré un préenrichissement en V, Cu, Ag, Ni, Co, Cr.

Sur BANDAFASSI, les analyses spectrographiques des cipolins à sulfures ont mis en évidence l'association

Cu, Ag, Sr, Ba, Li

#### 4°) Conclusions

La parenté entre ces 3 associations semble probable par ressemblance. Il est peu douteux à ALINNGEUL et BANDAFASSI que la granodiorite soit à l'origine des minéralisations. Pour GABOU, la convergence de l'association géochimique et de la parenté avec les deux autres sites nous paraît être un argument majeur pour considérer ce gisement comme étant d'origine acide et "a fortiori" pour douter d'un gisement stratiforme, sédimentaire.

## A N N E X E S

---

### TABLEAUX

- I Analyse chimique des majeurs du sondage 5/1968  
tableau de 34 analyses
- II Analyse chimique des majeurs du sondage 10/1968  
tableau de 24 analyses
- III Traces dans le sondage 5/1968 - Tableau de 34 analyses
- IV Traces dans le sondage 10/1968 - Tableau de 24 analyses
- V Paramètres de Niggli - Paramètre QLM - Paramètre moléculaire  
 $K_i = \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  du sondage 5/1968
- VI Paramètres.....  
du sondage 10/1968
- VII Analyses granulométriques et minéralogie des argiles du son-  
dage 10/1968
- VIII Mesures de densités apparentes au voluménoètre AMSLER sur  
les sondages 5/1968

### FIGURES

- 1/ log majeurs sondage 5/1968
- 2/ log " " 10/1968
- 3/ log clarkes de concentration de quelques traces sur le sondage  
5/1968
- 4/ log " " " "
- 10/1968
- 5/ Place des échantillons du sondage 5/1968 dans le triangle QLM
- 6/ Place " " 10/1968 " " "

ELEMENTS MAJEURS EN %  
(CRPG - CNRS NANCY).

ech.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	total
5-0	52,00	14,10	21,44	0,23 0,03	tr	0,91	0,04	0,18	2,48	7,49	1,27	100,64 100,64
5-50	50,50	13,90	23,42	0,02	tr	0,78	0,09	0,05	2,50	6,79	2,37	99,42
5-80	53,20	14,05	20,34	0,09	tr	0,78	0,04	0,04	3,05	6,43	1,11	99,13
5-100	59,10	10,90	19,21	0,05	tr	1,08 1,08	tr	0,04	3,11	5,10	1,16	99,75
5-160	54,10	14,40	18,96	tr	tr	0,97	0,09	tr	3,18	6,39	1,13	99,22
5-200	61,70	8,10	18,97	0,06	tr	1,37	0,05	0,05	3,30	4,32	0,98 0,13	98,75
5-300	61,10	10,80	17,39	0,04	tr	0,70	tr	0,05	3,06	5,01	0,96	99,11
5-400	52,40	10,20	27,15	0,14	tr	0,56	0,04	0,14	2,02	5,46	0,91	99,02
5-560	54,90	17,60	14,05	tr	tr	1,49	0,56	1,49	1,90	6,03	0,91	98,93
5-700	49,30	13,65	24,42	0,03	tr	0,78	0,27	0,09	3,15	6,42	1,41	99,52
5-900	54,70	13,00	20,38	0,30	tr	0,13	0,18	0,04	3,05	6,02	1,30	99,10
5-1100	58,50	12,20	19,17	0,03	tr	1,21	0,18	0,04	2,92	5,30	1,15	100,70
5-1360	56,60	16,90	14,03	0,34	tr	1,87	0,56	1,63	1,87	5,75	0,73	100,28
5-1600	53,90	13,40	21,83	0,02	tr	1,30	0,18	0,04	2,80	5,87	1,22	100,56
5-1900	46,70	13,40	26,53	0,40	tr	0,54	0,09	0,04	3,97	7,06	1,43	100,16
5-2000	58,70	7,70	17,05	2,90	1,65	0,71	0,23	0,14	4,92	4,55	0,73	99,28

5-2100	53,20	13,10	17,88	0,69	3,34	1,22	0,37	0,23	3,18	5,37	0,49	99,07
5-2200	56,60	13,20	16,20	0,26	4,24	0,14	0,47	0,28	2,53	5,18	0,53	99,63
5-2300	76,10	4,10	12,09	0,12	1,85	0,73	0,19	0,05	0,97	2,40	0,08	98,68
5-2400	44,20	16,20	22,10	0,26	6,21	0,14	0,23	3,10	3,10	5,70	0,23	100,47
5-2500	61,60	13,20	13,19	0,63	2,48	0,52	1,10	0,71	1,20	4,20	0,23	99,06
5-3000	52,60	15,00	17,85	0,58	3,90	0,51	0,51	0,33	2,72	5,71	0,31	100,02
5-3500	56,70	14,40	16,07	0,16	3,35	0,23	0,66	0,47	2,83	5,13	0,32	100,32
5-4100	51,20	15,00	19,24	0,22	4,50	tr	0,61	0,66	3,19	5,70	0,44	100,76
5-4500	53,10	9,80	23,77	0,18	2,42	0,88	0,23	0,09	1,97	5,77	0,99	99,20
5-4960	46,00	7,50	29,64	0,18	1,41	0,79	0,57	0,40	2,07	10,92	0,59	100,07
5-5500	58,10	8,20	19,82	0,42	2,07	1,20	0,64	0,64	1,66	7,38	0,44	100,53
* 5-5900	40	7	20	+1	3,00	2,00	0,15	0,25	0,40	20		
5-6600	17,80	17,25	32,07	0,57	7,30	7,45	0,21	0,47	2,89	13,23	0,08	99,82
5-7000	38,60	11,40	17,34	1,11	7,63	7,67	tr	0,26	2,01	13,24	0,04	99,30
5-7500	47,20	14,40	9,39 8,9	0,19	7,19	7,37	2,78	0,09	1,36	10,09	0,01	100,57
5-8000	45,00	12,50	9,62	0,18	5,92	10,69	3,07	0,09	1,15	10,93	0,00	99,15
5-8500	43,10	12,70	8,22	0,17	5,10	13,02	3,60	0,04	1,28	12,03	0,00	99,26
5-9000	49,00	14,20	10,08	0,15	6,60	7,01	3,34	0,23	1,46	8,26	0,07	100,40

\* - analyse semi quantitative

## 126-10 (Suite)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	
-5000	51,90	19,00	9,09	0,06	3,41	7,45	4,71	2,54	1,92	3,84	0,01	99,93
-5500	50,60	11,60	10,77	0,20	5,24	11,24	2,06	0,09	2,27	6,30	0,03	99,40
-6000	53,30	11,60	14,55	0,19	6,40	8,73	tr	0,05	1,20	2,88	0,13	99,03
-6500	50,30	16,45	8,61	0,12	6,39	8,71	2,22	2,22	1,16	3,13	0,05	99,36
-7000	50,70	17,50	7,07	0,12	6,34	9,71	2,49	1,22	1,13	2,34	0,08	98,70
-7200	47,80	17,40	9,17	0,14	6,05	11,71	1,90	1,31	1,32	2,35	0,07	99,22

+ analyse semi quantitative

ELEMENTS MAJEURS EN %  
(CRPG - CNRS NANCY).

ech.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	HO <sub>2</sub> +	HO <sub>2</sub> -	total
0-0	61,10	11,80	12,77	0,54	0,41	1,73	0,27	0,36	1,42	6,75	2,04	99,19
0-30	60,70	9,10	17,94	2,80	tr	0,55	0,14	0,23	0,68	6,44	1,52	100,10
0-60	66,50	7,30	15,83	1,65	tr	0,75	0,09	0,09	0,63	5,29	1,02	99,63
0-105	69,30	5,65	17,24	1,32	tr	0,56	0,09	0,09	0,43	4,78	0,97	100,43
0-214 <sup>+</sup>	+85	-65	7	0,20	tr	0,50	0,10	0,05	0,30	3		
0-343	84,20	2,20	7,36	0,39	0,38	1,34	0,33	0,14	0,31	3,00	0,73	100,38
0-612	57,30	13,45	14,51	0,37	1,30	8,98	0,36	0,18	1,23	7,90	2,50	100,08
0-800	53,00	12,80	20,10	0,05	1,28	0,55	0,77	1,87	1,17	6,30	2,35	100,24
0-1000	54,10	13,80	12,85	0,08	2,57	1,77	1,06	0,53	1,66	7,19	4,13	99,74
0-1300	50,70	18,30	10,97	0,09	2,28	5,49	1,90	1,53	1,73	5,26	1,72	99,97
0-1500	52,80	17,10	10,65	0,08	2,84	4,77	1,65	1,01	1,45	6,08	2,09	100,52
0-1900	50,00	16,80	9,82	0,15	4,20	7,71	2,20	0,05	1,61	4,81	1,66	99,01
0-2200	52,60	17,20	8,41	0,09	4,87	7,36	3,29	0,19	1,72	3,69	0,72	100,08
0-2500	53,70	16,25	8,70	0,11	5,00	9,23	0,81	0,14	1,44	3,48	0,39	99,35
0-2900	60,00	18,15	4,29	0,05	2,44	4,38	5,12	1,27	1,71	2,28	0,12	99,82
0-3500	55,10	17,45	6,28	0,06	2,68	8,23	2,19	2,04	2,41	2,53	0,01	98,98
-4000	52,50	14,60	9,73	0,08	4,29	6,20	4,72	0,43	1,56	4,53	0,00	98,64
-4500	48,60	15,10	8,96	0,16	6,04	12,14	1,87	0,14	1,49	6,59	0,00	100,09

	B	Mn	Pb	Ga	Cr	V	Cu	Ti	Zr	Ni	Sr	Ba	Li	Zn
0	<10	1000	<10	<10	200	800	200	>3000	<100	30	100	<30	20	<100
50	1000	"	"	"	200	1000	100	"	"	20	1000	100	30	>3000
80	<10	"	"	"	150	500	"	"	"	"	<10	<30	<10	<100
100	"	"	"	"	300	"	"	"	"	"	"	"	"	<100
160	"	300	"	"	"	400	"	"	"	"	"	"	"	<100
200	"	1000	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	<100
300	"	1500	"	"	"	800	500	"	"	"	20	"	"	300
400	"	2000	"	"	10	500	800	"	"	30	"	100	"	500
560	"	800	"	"	100	1000	500	"	"	"	"	300	"	300
700	"	1000	"	"	100	1500	3000	"	"	"	"	30	30	500
900	"	2000	"	"	100	800	500	"	"	"	"	<30	"	500
1100	"	800	"	"	200	"	300	"	"	"	"	"	"	500
1360	"	3000	"	"	300	1000	800	"	"	20	"	300	"	300
1600	"	800	"	"	100	800	500	"	"	30	"	<30	"	500
1900	"	3000	"	"	100	1000	1000	"	"	"	"	"	"	800
2000	"	>3000	"	"	150	"	3000	"	"	"	"	1000	"	1500
2100	"	"	"	"	100	"	"	"	"	"	"	<30	"	1500
2200	"	"	"	"	"	800	2000	"	"	20	"	"	"	1500
2300	"	1000	"	"	"	200	1000	"	"	10	"	"	"	1500
2400	"	2000	"	"	"	500	"	"	"	20	"	"	"	1500
2500	"	3000	"	"	200	300	2000	"	"	30	"	300	"	1000
3000	10	3000	"	10	"	800	3000	"	"	20	"	<30	"	1500
3500	50	2000	"	"	"	"	1000	"	"	10	"	"	"	1000
4100	<10	"	"	"	150	"	"	"	"	"	"	30	"	1500
4500	80	1500	"	"	300	300	3000	"	"	"	30	<30	100	1000
4960	80	1000	"	"	"	100	"	"	"	30	"	"	"	1000
5500	100	2000	"	"	"	"	"	"	"	50	"	"	"	3000
5900	200	>3000	"	10	"	80	"	3000	"	100	"	"	"	>3000
6600	<10	>3000	"	30	<10	300	"	>3000	"	<10	100	"	"	1000
7000	"	>3000	"	20	100	100	30	"	"	10	50	"	"	800
7500	300	3000	"	30	300	300	50	"	"	100	100	"	300	1000
8000	<10	"	"	30	"	"	30	"	"	"	30	"	"	<100
8500	<10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	<100
9000	30	"	300	"	500	"	100	"	"	30	50	"	100	100



	B	Mn	Pb	Ga	Cr	V	Cu	Ti	Zr	Ni	Sr	Ba	Li	Zn
0	100	3000	300	20	500	300	1500	>3000	100	<100	50	1000	100	300
30	30	"	10	20	"	"	2000	"	"	"	"	2000	"	1000
60	"	"	"	10	"	200	1500	"	"	"	20	1000	"	1000
105	"	"	"	<10	"	300	"	"	"	"	"	"	"	1000
214	100	2000	"	"	300	80	100	3000	"	"	"	300	"	300
343	"	3000	"	"	200	100	"	"	"	"	"	1000	"	1000
612	20	"	"	20	300	500	150	>3000	"	"	30	800	"	1000
800	50	1000	"	"	500	"	100	"	"	"	"	8000	300	<100
1000	30	3000	<10	30	1000	1000	300	>3000	<100	100	1000	1000	30	<100
1300	<10	"	"	10	1000	"	100	"	"	"	300	300	"	<100
1500	"	"	3000	"	"	"	"	"	"	"	"	<30	"	<100
1900	100	"	<10	10	1000	"	"	"	"	"	500	"	"	100
2200	<10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	100
2500	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	800	1000	"	300
2900	"	"	"	"	"	"	"	"	"	80	1000	"	"	100
3500	"	"	"	"	"	"	"	"	"	100	500	300	"	100
4000	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1000	<30	"	100
4500	<10	2000	"	"	500	800	"	"	"	"	300	2000	"	100
5000	"	3000	"	"	"	1000	"	"	"	80	100	<30	10	100
5500	"	"	"	"	"	800	"	"	"	"	"	"	"	150
6000	"	"	"	"	"	500	200	"	"	30	1000	1500	30	300
6500	"	"	"	"	"	"	30	"	"	80	"	1000	"	100
7000	"	"	"	"	"	1000	100	"	200	50	"	"	"	100
7200	10	2000	2000	"	"	"	80	"	<100	80	100	300	"	100

Pour tous les échantillons Ge < 3 ; Bi, Be, Mo, Sn < 10

PARAMETRES CHIMIQUES  
(de Niggli, QLM, Ki)

N°	Niveau	al	Fe	c	alk	S:	Q	L	M	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
1	0	33,50	62,00		0,60	200,40	54,63	4,39	40,98	5,97
2	50	30,70	66,06	3,16	0,56	190,30	52,83	3,99	43,18	6,18
3	80	33,66	62,05	3,44	0,37	217,70	57,04	3,56	39,40	6,47
4	100	29,08	65,49	5,43	0,01	267,70	62,19	4,12	33,69	5,20
5	160	35,34	59,65	4,51	0,50	225,50	58,11	4,57	37,32	6,39
6	200	22,96	69,48	7,27	0,44	298,80	30,05	5,79	64,16	13,01
7	300	31,36	64,50	3,85	0,15	301,10	65,22	2,88	31,90	9,60
8	400	22,02	75,33	2,20	0,44	192,20	51,91	2,94	45,15	8,73
9	560	43,14	43,83	6,73	6,23	228,10	55,31	15,25	29,44	5,29
10	700	29,10	66,52	3,06	1,31	179,60	50,35	5,50	44,15	6,17
11	900	32,56	66,15	0,51	0,90	233,60	58,40	1,89	39,71	7,17
12	1100	31,25	62,50	5,46	0,90	253,90	60,45	5,64	33,91	8,13
13	1360	40,89	44,58	8,13	6,40	232,20	55,41	16,55	28,04	5,68
14	1600	30,18	62,67	5,30	1,84	206,40	54,05	7,96	37,99	6,84
15	1900	26,95	69,65	2,06	1,44	160,10	46,50	5,14	48,36	5,94
16	2000	19,23	76,09	3,34	1,29	251,40	58,73	5,52	35,59	13,05
17	2100	27,00	66,88	4,43	1,68	186,90	50,86	7,43	41,71	6,92
18	2200	28,41	68,72	0,66	2,42	207,70	46,51	5,74	48,35	7,31
19	2300	15,38	76,54	5,00	3,08	487,60	73,73	5,52	20,75	31,70
20	2400	29,92	69,82	0,18	0,18	118,10	38,96	1,98	59,06	4,94
21	2500	32,33	59,14	2,26	6,36	257,10	57,35	11,20	31,45	7,95
22	3000	29,64	66,33	1,01	2,22	176,60	49,21	6,08	44,71	5,96
23	3500	31,40	64,14	0,83	3,56	210,50	53,49	6,95	39,56	6,70
24	4100	28,33	68,40	0	3,27	164,40	46,01	6,63	47,36	5,80
25	4500	20,13	75,08	3,14	1,05	185,50	50,06	5,13	44,81	9,22
26	4960	14,10	80,16	2,75	2,55	150,50	41,09	8,80	50,11	10,35
27	5500	18,96	72,77	4,38	3,79	229,40	57,47	9,46	33,07	12,10
28	6600	18,51	66,05	14,56	0,88	32,40	0,00	32,08	67,92	1,75
29	7000	16,62	62,61	20,33	0,44	95,40	28,78	29,95	41,27	5,74
30	7500	24,14	54,40	2,11	1,03	134,50	51,48	23,13	25,24	5,57
31	8000	19,39	42,61	30,03	8,02	117,90	47,04	42,05	10,92	6,10
32	8500	19,21	35,64	36,25	8,91	110,30	47,35	48,33	4,32	5,74
33	9000	22,68	47,80	20,39	9,13	133,10	50,18	32,56	17,25	5,87

N°	Niveau	AL	Fm	c	alk	Si	Q	L	M	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
1	0	46,03	38,49	12,30	3,17	403,97	61,05	22,88	16,07	8,78
2	30	35,04	59,45	3,94	1,57	398,03	71,06	3,98	24,96	11,36
3	60	34,29	58,09	6,19	1,43	527,61	76,74	4,09	19,17	15,39
4	105	28,35	64,95	5,15	1,55	595,36	78,68	3,41	17,91	21,00
5	214+									
5	343	19,30	54,39	21,05	5,26	1230,70	87,77	5,44	6,79	63,77
6	612	45,80	45,10	6,29	2,80	333,91	67,18	7,39	25,43	7,06
7	800	38,46	48,61	3,08	9,85	271,69	57,25	16,27	26,48	7,06
8	1000	40,54	43,54	9,31	6,61	271,51	59,35	16,18	24,47	6,67
9	1300	39,69	28,16	21,73	10,42	187,36	46,29	37,84	15,87	4,72
10	1500	39,50	32,14	19,80	8,60	205,60	50,29	31,39	18,32	5,24
11	1900	32,54	33,14	27,22	7,10	164,29	43,63	39,13	17,23	5,05
12	2200	31,83	32,96	24,86	10,35	164,97	41,85	41,21	27,74	5,18
13	2500	30,69	34,75	31,85	2,70	172,97	48,39	32,70	18,91	5,64
14	2900	40,05	20,14	17,87	21,95	226,24	44,40	47,73	7,87	5,65
15	3500	35,55	22,25	30,56	11,64	190,85	43,63	43,16	13,21	5,37
16	4000	28,43	33,60	22,07	15,90	173,95	37,82	41,89	20,29	6,12
17	4500	25,52	31,72	37,41	5,34	139,65	38,63	34,22	27,15	5,47
18	5000	34,38	22,00	24,58	19,04	159,89	33,90	51,15	14,95	4,67
19	5500	20,69	36,66	36,48	6,17	152,39	39,65	28,85	31,49	7,39
20	6000	21,71	48,38	23,71	0,19	169,14	48,27	22,57	29,16	7,79
21	6500	27,33	31,50	26,32	9,85	142,27	36,75	39,91	24,34	5,20
22	7000	28,62	33,78	28,79	8,82	140,59	36,53	40,40	23,07	4,91
23	7200	26,93	33,07	32,91	7,09	125,35	33,97	39,35	26,68	4,65

ANALYSES GRANULOMETRIQUES  
MINERALOGIE DES ARGILES

profondeur	0 - 2u	2-20u	20-40u	40-200u	+ 200u	Nature minéralogique des argile
0 cm	15,0	17,5	12,5	31,8	23,2	kaolinite, montmorillonite, tr. illite goethite, tr. poss. hématite
60 cm	15,0	10,0	tr.	12,20	62,8	kaolinite, montmorillonite, goethite
210 cm	9,5	2,5	2,5	8,0	77,5	kaolinite, montmorillonite, goethite, tr; poss. illite
340 cm	5,0	3,5	1,5	18,9	71,1	montmorillonite, kaolinite, goethite
480 cm	5,0	15,0	5,0	37,3	37,3	montmorillonite, kaolinite, goethite
610 cm	5,5	10,5	7,5	28,5	48,00	montmorillonite, kaolinite, goethite
700 cm	5,0	23,0	5,5	43,35	23,15	montmorillonite, kaolinite, goethite tr. illite
800 cm	2,5	17,5	10,0	33,9	36,1	montmorillonite, kaolinite, illite goethite
900 cm	4,3	23,7	4,0	27,7	40,3	montmorillonite, p. kaolinite, p. illite, goethite
1000 cm	5,0	19,45	16,25	30,05	28,95	montmorillonite, p. kaolinite, tr. illite, goethite
1100 cm	1,25	15,65	7,35	34,65	41,1	montmorillonite, p. kaolinite, p. illite, goethite
1200 cm	0,55	16,5	6,45	36,3	40,2	montmorillonite, p. kaolinite, p. illite, p. goethite
1300 cm	3,2	16,35	4,8	9,6	66,0	montmorillonite, illite, p. kaolinite
1360 cm	3,9	43,7	16,05	20,35	16,0	montmorillonite, illite, tr. kaolinite
1400 cm	4,25	13,95	5,0	35,2	41,6	montmorillonite, p. illite, 13,86°
1500 cm	4,25	27,45	16,65	30,1	21,5	montmorillonite, tr. 13,96°A, tr. poss. goethite
1600 cm	6,25	27,05	11,7	18,6	36,4	montmorillonite, 13,86°A, tr. poss. kaolinite, p. goethite
1700 cm	1,5	6,7	3,2	58,3	30,5	montmorillonite...
1800 cm	1,55	18,4	3,9	24,7	51,4	montmorillonite, tr. 13,86°A, tr. goethite
1900 cm	5,0	26,65	10,0	25,2	33,1	montmorillonite, 13,86°A
2000 cm						montmorillonite, tr. 13,86°A, tr. poss. goethite
2100 cm						montmorillonite, 13,86°A
2200 cm						
2300 cm						montmorillonite, 13,86°A

tr. traces ; tr. poss. traces possibles ; p. un peu  
le minéral à 13,86°A est probablement une chlorite dans les niveaux les plus profonds, et peut être un interstratifié vers 1500 (vermiculite-chlorite passant à 11,65°A au chauffage).

ORSTOM GEOLOGIE DAKAR

SONDAGES PNUD GABOU (Sénégal)

## MESURES DE DENSITES APPARENTES

SONDAGE 5/1968

Profondeur	Mesures			Moyennes
900	2.10	2.08	2.08	2.09
1 100	2.17	2.19	2.17	2.18
1 600	2.22	2.07	2.17	2.15
2 200	2.22	2.47	2.42	2.37
2 300	2.61	2.62	2.58	2.60
4 500	2.65	2.58	2.52	2.58
6 600	3.91	3.12	3.09	3.11
7 000	2.83	2.92	2.83	2.86
7 500	2.92	2.36		2.
8 000	2.72	2.42	2.74	2.73
8 500	2.64	2.71	2.75	2.70
9 000	2.73	2.73	2.70	2.71

SONDAGE 10/1968

Profondeur	Mesures			Moyennes
2 900	2.80	2.87	2.83	2.83
3 500	2.91	2.96	2.94	2.94
4 000	2.88	2.81	2.84	2.84
4 500	2.82	2.87	2.88	2.85
5 000	2.85	2.61	2.73	2.73
5 500	2.97	2.98	2.97	2.97
6 000	2.05	3.01	3.05	3.04
6 500	2.85	2.47	2.87	2.86
7 000	2.98	2.92	2.96	2.95
7 200	2.88	2.85	2.91	2.88